L'oscilloscope

L’oscilloscope,

Un oscilloscope moderne est sans doute un instrument assez intimidant de prime abord... Sa face avant présente un nombre impressionnant de boutons de réglages, repérés par des inscriptions peu explicites. Il n'y a pourtant pas lieu de s'inquiéter: il suffit de lire la notice du fabricant pour maîtriser la bête...

L'oscilloscope, on l'a dit, est très certainement le plus utile des instruments à la disposition de l'électronicien, aussi bien au laboratoire qu'à l'atelier. Son rôle consiste pour l'essentiel à tracer une courbe V/t, c'est-à-dire celle d'une tension (sur l'axe Y) évoluant dans le temps (sur l'axe X). Cette courbe, l'opérateur peut la visualiser à loisir, en temps réel, sur l'écran. On voit donc exactement ce qui se passe dans les entrailles du condensateur ou du circuit intégré, comme si on lui faisait passer une radiographie!

Dans la pratique, l'oscilloscope prouvera toute son utilité lorsqu'on s'en servira pour comparer des signaux à l'entrée et à la sortie d'un bloc fonctionnel, en s'assurant que ces signaux sont conformes à ceux que l'on attend. On peut ainsi tester un montage complexe, en procédant bloc par bloc.

Ajoutons qu'un oscilloscope moderne est assurément un appareil "surdimensionné" pour un débutant ou un amateur, qui n'utilisera peut-être jamais certaines fonctions avancées. La complexité de l'appareil est donc plus apparente que réelle, puisqu'on pourra tout simplement ignorer les nombreuses fonctions destinées à des opérateurs chevronnés.



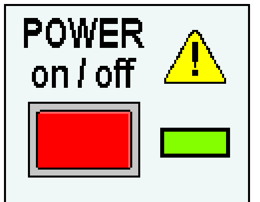
Description d'un oscilloscope moderne

Nous allons étudier un modèle d'oscilloscope à 2 voies tel qu'on en trouve dans les laboratoires des établissements d'enseignement, d'après la documentation du constructeur *Hameg*. La présentation et les caractéristiques de tel ou tel autre modèle particulier peuvent bien entendu différer, mais on retrouvera le plus souvent les mêmes fonctions et une ergonomie similaire.

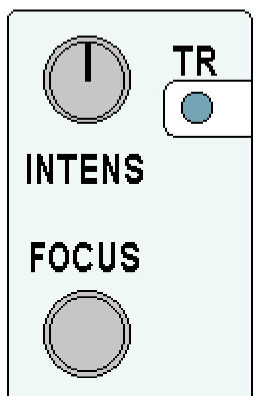
Est-il besoin de le souligner, on ne fera pas ici l'économie d'une lecture attentive du mode d'emploi...

Tout d'abord, commençons par le plus facile: l'**écran**. Il comporte 8 divisions verticales (Y), et 10 divisions horizontales (X). On se souvient que l'axe Y est celui des tensions (volts) et l'axe X est celui du temps (time).

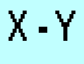
Voyons maintenant la partie supérieure du panneau de contrôle, à droite de l'écran.

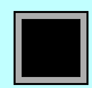


En haut à gauche, on trouve le bouton Marche/Arrêt (on/off), désigné **POWER**. Une DEL rectangulaire verte s'illumine lorsque l'appareil est sous tension.

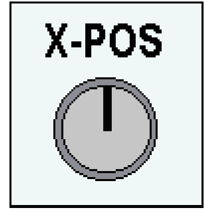


Sous le bouton Marche/Arrêt, les réglages **INTENS** et **FOCUS** permettent d'ajuster l'intensité lumineuse de l'affichage et la netteté de la trace. Si besoin est, la vis de réglage **TR** sera délicatement tournée à l'aide d'un petit tournevis pour obtenir une trace parfaitement horizontale en l'absence de signal.



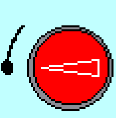


A droite du bouton POWER, on trouve un bouton à 2 positions désigné **X-Y**. Ce bouton est dans sa position normale lorsqu'il n'est pas enfoncé. Il est enfoncé dans certains cas particuliers, par exemple pour tracer la caractéristique d'un composant.



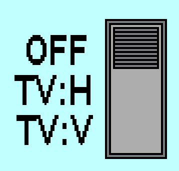
Le bouton **X-POS** permet un déplacement latéral de la trace.

HOLD OFF

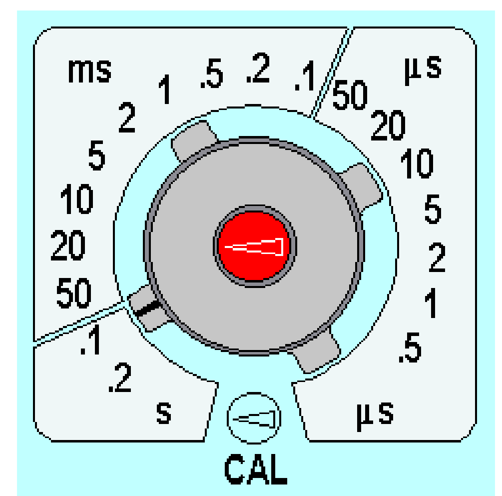


Le bouton **HOLD OFF** permet d'introduire un délai par rapport au moment de déclenchement. Dans la majorité des cas, un débutant se contentera de laisser ce réglage au minimum.

T-V SEP

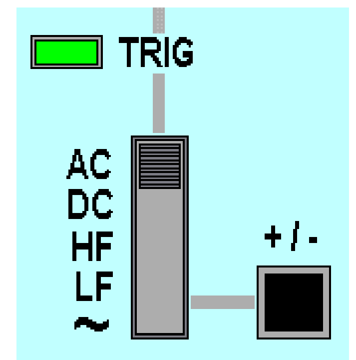


Le réglage **TV-separation** peut occuper trois positions. Il est utilisé lorsqu'on désire travailler sur un poste de télévision. Attention! La présence de tensions très élevées dans les postes de télévision rend cette opération dangereuse. Elle est donc strictement réservée à des personnels qualifiés. La position correcte de ce réglage est donc **OFF**.



Voici maintenant l'un des réglages essentiels de l'oscilloscope: le rotacteur **TIME/DIV**. Il permet de faire varier le temps de balayage de 0,2 seconde à 0,5 µs.

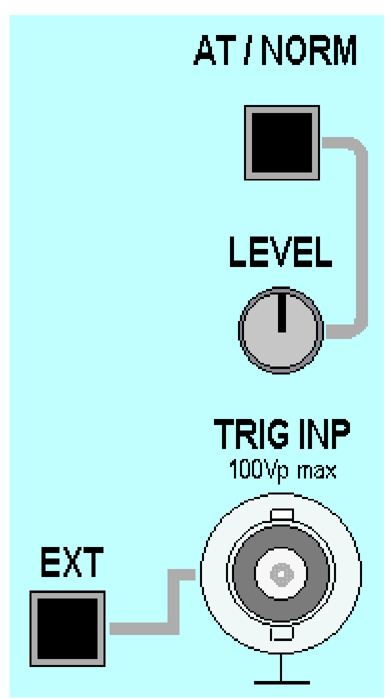
Si on choisit un réglage de 0,2 s/DIV, le spot mettra 2 secondes pour franchir les 10 divisions. Sur la position 0,1 s/DIV, il ne mettra que 1 seconde. A partir d'une valeur de 10 ms/DIV, le spot n'est plus visible de manière ponctuelle: il laisse la place à une ligne continue, ceci en raison de la persistence rétinienne.



Le commutateur en bas, à gauche de TIME/DIV, permet de choisir entre différentes options de déclenchement (**TRIGGER**). D'une manière générale, la position adéquate sera **AC**.

Les autres positions (DC, HF pour High Frequency, LF pour Low Frequency et ~ pour une fréquence de 50 Hz) ne sont utilisées que pour des mesures qui ne présentent pas d'intérêt pour un débutant.

La DEL rectangulaire TRIG s'illumine lorsqu'un point de déclenchement a été détecté.



A droite de TIME/DIV, on trouve un groupe de boutons qui permettent de synchroniser l'affichage du scope avec le signal qu'on désire étudier.

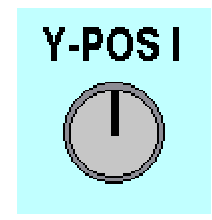
Lorsque **AT/NORM** n'est pas enfoncé, le déclenchement est automatique. C'est la position la plus courante.

Si on enfonce AT/NORM, on utilise alors le bouton **LEVEL** pour visualiser le signal.

Le bouton **EXT** n'est enfoncé que si le déclenchement est provoqué par un signal externe présenté sur l'entrée **TRIG INP** (trigger input). Dans tous les autres cas, ce bouton ne doit pas être enfoncé.

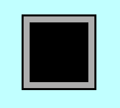
En résumé, on met le scope sous tension à l'aide du bouton M/A, on laisse X-Y en position OUT (pas enfoncé), HOLD-OFF au mini, TV-SEP sur OFF, TRIG sur AC, AT/NORM sur OUT (pas enfoncé), et il ne reste plus qu'à choisir le réglage de TIME/DIV. Ce n'était donc pas si sorcier...

Passons à présent à la partie inférieure du panneau de contrôle:

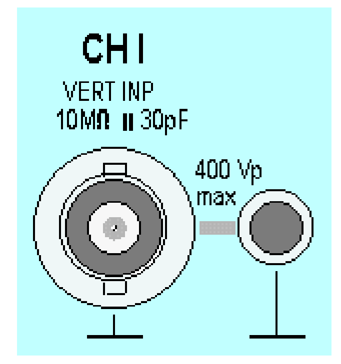


Chaque voie possède un réglage **Y-POS**, respectivement Y-POS I et Y-POS II. Ce bouton permet, à l'instar de son homologue X-POS, de déplacer la trace verticalement, vers le haut ou vers le bas. S'agissant d'un signal alternatif, on ajustera Y-POS de manière à ce que la ligne centrale de l'écran corresponde à 0 V.

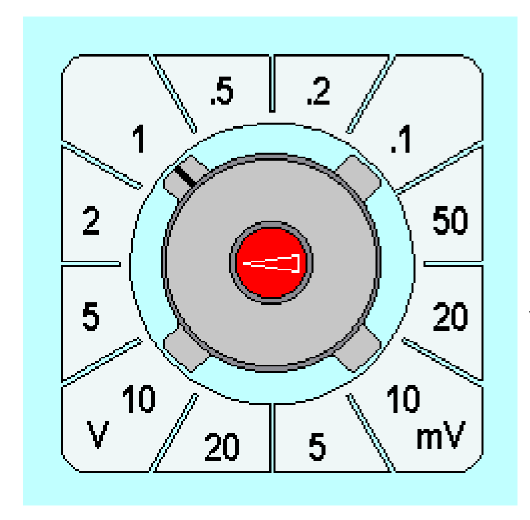
Si on visualise deux signaux simultanément, les deux réglages sont indépendants.



Lorsque le bouton INVERT est enfoncé, le signal correspondant est inversé, de bas en haut, à l'écran. Voilà qui ressemble assez à un gadget...



En bas de façade, on trouve les prises BNC des entrées **CH I** et **CH II**. C'est là que sont connectés les signaux d'entrée, à l'aide des sondes. Les petites prises sur le côté fournissent des entrées supplémentaires 0 V ou GROUND.

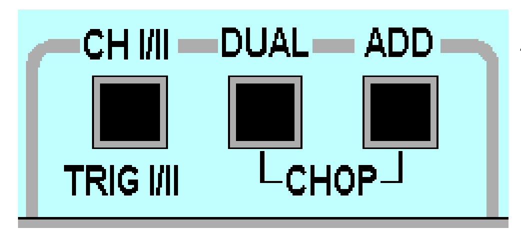


Chaque voie possède un réglage indépendant de l'échelle verticale, à savoir celle des **VOLTS / DIV**. Il s'agit là d'un réglage de première importance, sur lequel on sera très souvent amené à intervenir. Les positions vont de 20 V à 5 mV par division.

Un commutateur à glissière **DC/AC/GND** permet de choisir, pour chaque voie:

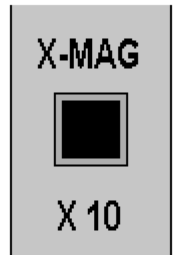


- **DC**: le signal d'entrée est connecté directement à l'amplificateur vertical (c'est le réglage qui convient dans la majorité des cas)
- **AC**: un condensateur est intercalé, de sorte que les tensions continues sont bloquées, seules les tensions alternatives sont visualisées
- **GND**: permet de contrôler la position 0 V à l'écran

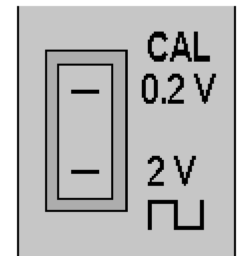


Au centre, en bas du panneau de contrôle inférieur, se trouve un groupe de trois boutons qui permettent de choisir quelle(s) trace(s) sera ou seront visible(s) à l'écran. On peut ainsi obtenir 8 affichages différents: un seul signal (CH1 ou CH2), les deux simultanément, l'un après l'autre, etc. Se reporter à la notice de l'appareil.

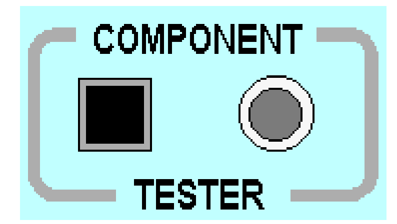
Pour finir, il nous reste à voir les trois fonctions disponibles en bas de façade, sous l'écran:



Lorsque le bouton **X-MAG** est enfoncé, l'échelle horizontale est multipliée par 10. Si par exemple TIME/DIV est réglé sur 1 ms/div, l'échelle passe 0,1 ms/div.



Ces deux sorties **CAL** délivrent des signaux carrés d'amplitude 0,2 V et 2 V à 50 Hz, respectivement. Ces signaux sont utilisés pour vérifier que le scope est correctement calibré.



Certains scopes, comme celui-ci, sont dotés d'un **testeur de composants**, qui permet l'affichage de la caractéristique d'un composant. Pour ce faire, on enfonce le bouton. Dans tous les autres cas, ce bouton ne doit pas être enfoncé. Se reporter à la notice de l'appareil.

Voilà, nous avons fait le tour des commandes et réglages disponibles. Force est de reconnaître que l'abondance des boutons et curseurs, effrayante pour un néophyte, cache en réalité une relative simplicité dès lors qu'on entend se limiter aux fonctions les plus courantes...



Utiliser un oscilloscope

Mise en route

Nous allons à présent mettre le scope sous tension et apprendre à nous en servir...

Tout d'abord, il convient de s'assurer que tous les réglages sont en position correcte; c'est une bonne habitude à prendre, surtout si l'appareil est utilisé par d'autres personnes. La "position correcte" est celle indiquée dans le mode d'emploi de l'appareil. Le plus souvent, les boutons sont sortis (pas enfoncés), les interrupteurs à glissière en position haute et les réglages fins en position centrale.

Placez maintenant les rotacteurs TIME/DIV sur la position 1 V/DIV et VOLTS/DIV sur 0,2 s/DIV, soit sa plus petite valeur de réglage.

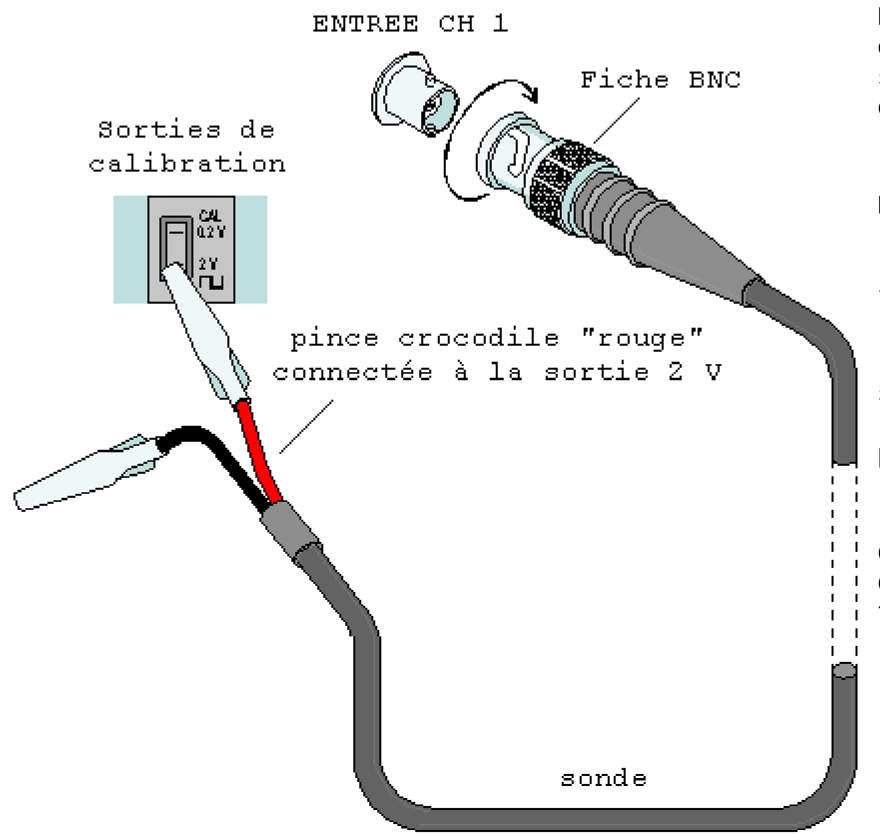
On allume la machine en appuyant sur le gros bouton POWER. La DEL-témoin verte s'illumine et, au bout d'un instant, un spot lumineux traverse l'écran.

Essayez les contrôles Y-POS I, INTENSITY et FOCUS. Ajustez ces réglages de manière à bien centrer le spot au milieu de l'écran. Le spot doit être lumineux mais pas éblouissant, et aussi net que possible.

Voyez maintenant l'effet produit lorsque le rotacteur TIME/DIV passe de la position 0,2 s/DIV à une vitesse de balayage supérieure. Le spot traverse l'écran de plus en plus vite.

Le réglage VOLTS/DIV du canal 1 détermine, on l'a dit, l'échelle de l'axe vertical, celui des volts. Placez-le sur 1 V/DIV: chaque division verticale correspond alors à une tension de 1 volt. Assurez-vous que Y-POS I est bien centré, que INVERT (si votre modèle dispose de ce bouton) est en position normale, que le curseur AC/DC/GND est sur AC, et que les trois boutons de réglage CH1/CH2, DUAL et ADD ne sont pas enfoncés. Dans cette configuration, on ne visualise que la trace du signal 1.

Test de calibration



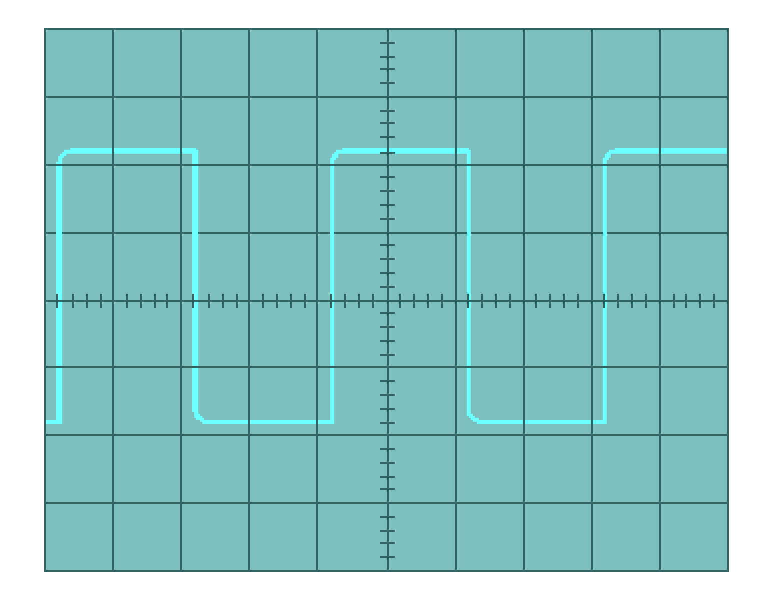
Nous allons à présent vérifier le calibrage du scope, en utilisant la source interne CAL prévue à cet effet (elle se trouve sous l'écran).

Pour cela, nous allons d'abord relier la fiche BNC de la sonde à l'entrée CH1 (on l'enfonce, puis on tourne à droite).

L'autre extrémité du câble de la sonde se divise en deux fils, un rouge et un noir, terminés par des pinces "crocodile".

La pince crocodile du fil rouge doit être reliée à la connexion CAL du bas, repérée 2 V. La pince du fil noir n'est pas connectée.

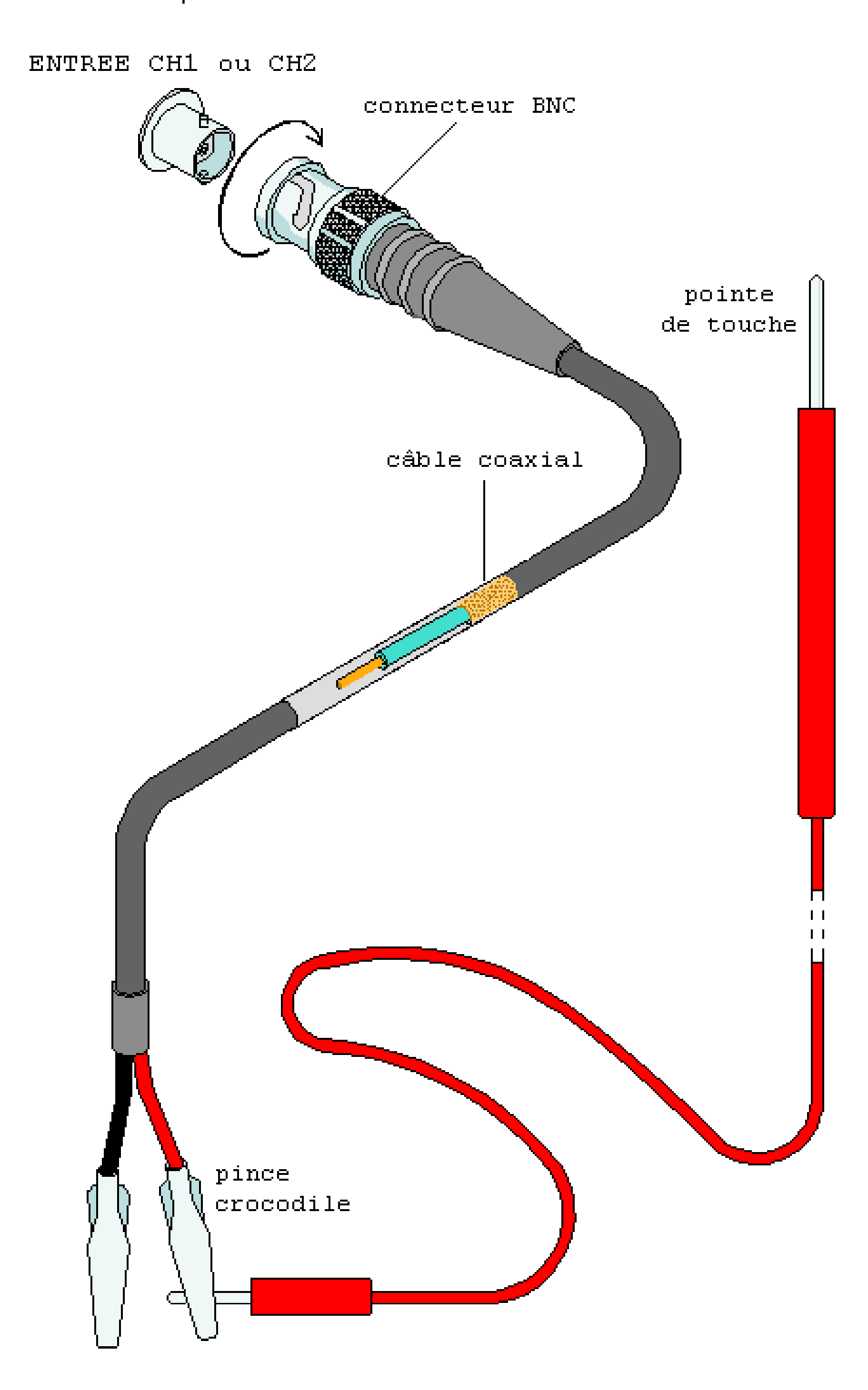
Ce test consiste, ni plus ni moins, à présenter sur l'entrée CH1 un signal carré dont l'amplitude est de 2 V et la fréquence 50 Hz. Utilisez les réglages VOLTS/DIV et TIME/DIV pour obtenir une représentation fidèle du signal, comme ci-dessous:



Vous pouvez affiner l'affichage en manipulant légèrement les boutons Y-POS 1 et X-POS. Observez l'effet (et l'utilité) de ces réglages. N'oubliez pas que les axes gradués vous permettent de mesurer des valeurs précises (amplitude en volts, fréquence ou période)!

Utiliser les sondes

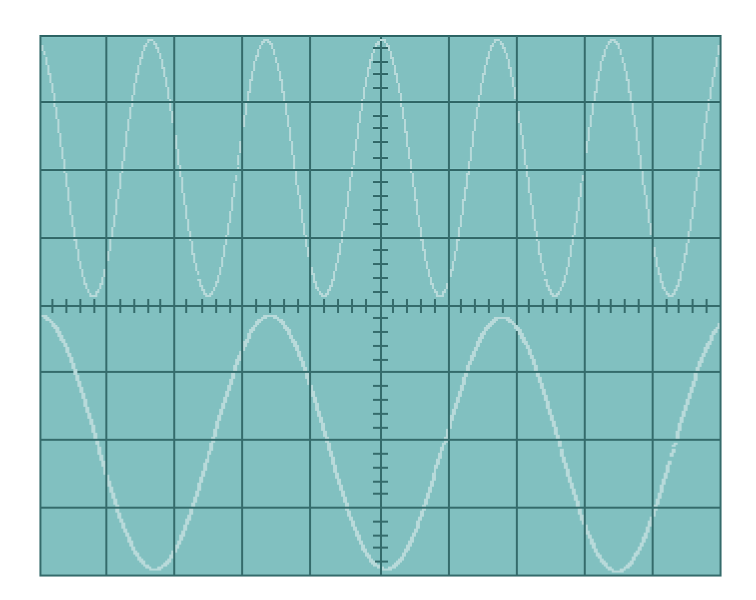
Une sonde est un câble coaxial (similaire à un câble TV), terminé à une extrémité par une fiche type BNC, et à l'autre par deux fils, un rouge et un noir, reliés à des pinces crocodiles ou parfois à des pointes de touche.



Le connecteur BNC doit être inséré dans la prise du scope (CH1 ou CH2, selon le cas); on pousse, puis on tourne. La pince croco du fil noir doit être reliée à 0 V ou GND. On utilise ensuite la pointe de touche (ou la pince croco du fil rouge, suivant ce qui s'avère le plus pratique) pour tester les différents points du circuit.

Une bonne manière de se familiariser avec l'oscilloscope consiste à tester un circuit connu, de préférence très simple, par exemple un 555 monté en multivibrateur. Il est ainsi aisé de comparer le résultat obtenu à l'écran (forme d'onde, amplitude, fréquence...) et celui obtenu par le calcul. On aura alors tout intérêt à faire varier un paramètre (valeur de R, ou de C) pour observer son influence.

Lorsqu'on aura bien compris les notions de base avec affichage d'une seule trace, on exploitera au mieux les possibilités de l'appareil en affichant deux traces simultanément.



Affichage de deux traces simultanément. On peut ainsi comparer deux signaux.

L'expérience aidant, le recours au "scope" deviendra bien vite une seconde nature...

